

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-36096

(43)公開日 平成11年(1999)2月9日

(51) Int.Cl.⁶

C 2 5 D 5/08
7/12

識別記号

F I

C 2 5 D 5/08
7/12

審査請求 有 請求項の数 7 O.L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平9-194336

(22)出願日 平成9年(1997)7月18日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 安島 成雄

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

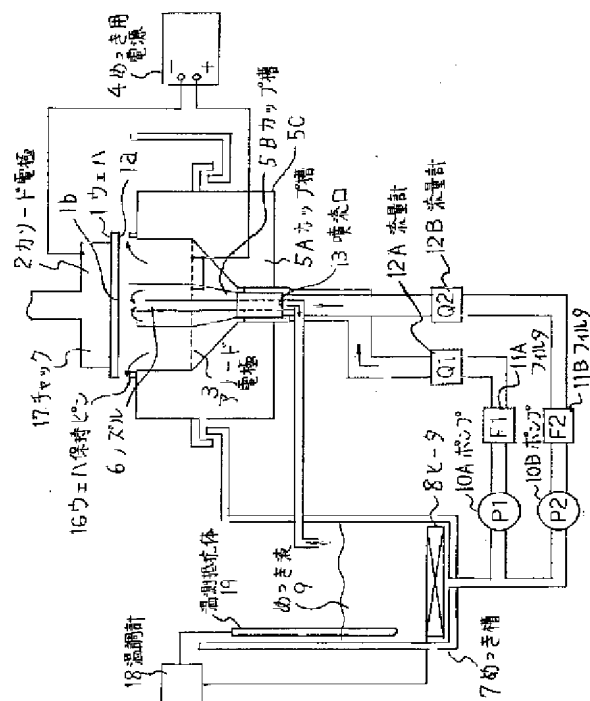
(74)代理人 弁理士 菅野 中

(54) 【発明の名称】 噴流めっき装置

(57) 【要約】

【課題】 半導体基板にめっきを行う場合に、面内のめっき膜厚分布を均一にする。

【解決手段】 カップ槽を内外2重構造のカップ槽5A、5Bとし、めっき液9を半導体基板1の外周部1aと中央部1bとに別々に噴流させ、これらのめっき液の流速を別々にコントロールしながらめっきを行ない、均一なめっき膜厚にする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 カップ槽を有し、噴流するめっき液にて半導体基板をめっきする噴流めっき装置であって、前記カップ槽は、めっき槽からのめっき液を噴流させるものであって、半導体基板の中央部と外周部とで異なるめっき液の流れを形成するものであることを特徴とする噴流めっき装置。

【請求項2】 前記カップ槽は、内外2重構造となっており、内側のカップ槽は、中央部にノズルを有し、前記内側のカップ槽は、半導体基板の中央部に向けためっき液の流れを形成するものであり、前記ノズルは、半導体基板の中央部に接触して噴流するめっき液を回収するものであり、前記外側のカップ槽は、半導体基板の外周部に向けためっき液の流れを形成するものであり、半導体基板の外周部に接触して噴流するめっき液は、前記外側のカップ槽の開口縁からオーバーフローさせて回収するものであることを特徴とする請求項1に記載の噴流めっき装置。

【請求項3】 前記内側カップ槽内のノズルは、前記内側カップ槽のめっき液面の高さより低い位置に開口したものであることを特徴とする請求項2に記載の噴流めっき装置。

【請求項4】 前記内外のカップ槽間に形成されためっき液の流路は、めっき液を層流に整流する噴流口を有するものであることを特徴とする請求項2に記載の噴流めっき装置。

【請求項5】 前記噴流口は、楕円形状の流入口として形成されたものであることを特徴とする請求項4に記載の噴流めっき装置。

【請求項6】 前記噴流口は、少なくとも3個以上に分割して楕円形状に形成された流入口として構成されたものであることを特徴とする請求項5に記載の噴流めっき装置。

【請求項7】 亜硫酸ナトリウムを主成分としたノンシアン系の金のイオンを有するめっき液を使用して、めっきを行うものであることを特徴とする請求項1に記載の噴流めっき装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体ウェハ上等にめっきを行うための噴流めっき装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の噴流めっき装置は図11に示すように、下部にめっき液の噴流口13と格子状のアノード電極3が設けられたカップ槽5を有しており、カップ槽5のめっき液噴流口13から循環用ポンプ10によりめっき槽7内のめっき液9をアノード電極3を通して噴流させ、ウェハ保持ピン16上に被めっき面を下にして半導体基板（以下、ウェハという）1を保持し、チャック17を有するカソード電極2をウェハ1に近接させて真

空吸着させ、めっき用電源4によりアノード電極3及びカソード電極2間に電圧を印加して、ウェハ1の被めっき面に電解めっきを行うように構成されている。また、8はヒータ、11はフィルタ、12は流量計、18は温調計、19は温測抵抗体である。

【0003】この種の噴流めっき装置は上述したように、カップ槽5の噴流口13よりポンプ10によりめっき液9を噴流させているが、噴流口13の形状が、カップ槽5と同心円上にφ20程度の小さな円形の流入口となっているため、図6に示すように、噴流口13付近の流速が速く、カップ槽5の中心部のみ、めっき液9がウェハ1に向かって流れ、ウェハ1の被めっき面に当たってオーバーフローするが、オーバーフローしなかっためっき液9が、カップ槽5の外周部で矢印のように濃み、乱流が発生しやすくなる。

【0004】このため、ウェハ1の外周部は、中心部よりも単位時間当たりのウェハ1の被めっき面に当たるめっき液9の液量が多くなり、電解によって運ばれる金属イオンの量が増え、析出量が増えるため、厚くめっきされ、図7に示すように、めっき膜厚がウェハ面内で大きくばらつく傾向にあり、このときのバラツキが、 $3\sigma/\bar{x}$ で±30%以上となっている。

【0005】この問題を解決するために、図8に示すように、カップ槽5内の格子状アノード電極3上に、カップ槽5の側壁の一部を貫通し水平方向に移動可能な複数枚の制御板14を設け、カップ槽5内の周辺部に噴流するめっき液の流れを制御して、めっき膜厚の均一性向上を目的とした噴流めっき装置とそのめっき方法が、例えば特開平8-1580945号公報に提案されている。また、20はリング、22はDCモータ、23はデジタルマイクロメータ、24はモータドライブ、25は制御回路、26は入力設定部、27はアームである。

【0006】また、図9に示すように、噴流口13の上側に整流器15を設置し、中心部のめっき液9の流速を減少させ、全体の流れを均一にすることにより、ウェハ1の中心部とエッジ部とにおけるめっき厚さのバラツキを小さくさせる装置や、図10に示すように、カップ槽5の上側に位置するウェハ1をカソード電極2である回転するチャック17で真空保持し、全体を均一なめっき厚にする装置が、例えば特開平2-225693号公報に提案されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図8に示した従来例の噴流めっき装置の第1の問題点は、カップ槽内のめっき液の流れを水平方向に移動可能な複数枚の制御板を移動させる移動手段を設けているため、周辺部に噴流するめっき液の流れを簡単に制御できるが、最適な流速分布を得る条件出しに時間を要するという点にある。その理由は、制御板14をX方向、Y方向とも任意に動かせる範囲が広いため、最適な流速分布がすぐ見

つかれば問題ないが、うまく行かない時の方が多いためである。

【0008】また図8に示した噴流めっき装置の第2の問題点は、制御板14の構造及び制御板を駆動するための回路が必要になるという点にある。その理由は、カップ槽5の側壁の一部を貫通させて水平方向に移動可能なように設置するため、外部にめっき液9が漏れないように、制御板14を駆動する軸にOリング20の軸シールを施したり、制御板14を駆動するための入力設定部26、制御回路25、モータドライブ回路24、DCモータ22、リードスクリュ21、デジタルマイクロメータ23、アーム27を用いているため、構造及び駆動回路が、かなり複雑となり、コストも高く、その保守も難しいためである。

【0009】また、図9に示した従来例の噴流めっき装置の第1の問題点は、めっき液9の流れを均一化し、最適な流速分布を得られるように整流器15の形状、大きさ等の適正化に多大な時間を要することや、ウェハ1のサイズの変化に対して、最適な流速を得る為の条件出しにも時間がかかることにある。その理由は、整流器15を噴流口13とアノード電極3の間に設置することは、非常に困難が伴うものであり、その設置方法が複雑になるため、その部品点数が増えることで、交換に手間がかかるためである。また、整流器を備えたカップ槽を製作できたとしても、各種ウェハのサイズに適した流速が得られるように、カップ槽を数セットもしくは数10セット準備しなくてはならず、そのカップ槽の管理等の問題が生じるためである。

【0010】また図9に示した噴流めっき装置の第2の問題点は、めっき膜厚のバラツキとして得られる結果が $9.5\mu\text{m}$ から $10\mu\text{m}$ の間で $0.5\mu\text{m}$ バラツキがあるという点にある。その理由は、バンプめっきとしてのバラツキであるならば、十分な範囲であるかも知れないが、 $1\mu\text{m}$ 以下のサブミクロンオーダーのめっきを付ける工程では、問題外のバラツキであるため、この従来の噴流めっき装置は適用できないためである。

【0011】また図10に示した従来例の噴流めっき装置は、ウェハ1を回転させることにより、オーバーフローの不均一な流れがあったとしても、めっき液の流量分布のばらつきを防止できることとなるが、めっき液の流速が変わっている訳ではなく、カップ槽の構造は現状の噴流めっき装置と何ら変わりはないため、オーバーフローしなかっためっき液が、カップ槽5の外周部で激み、乱流が発生するため、提案している内容ほどの効果は期待できないという問題点があった。

【0012】本発明の目的は、めっき膜厚がウェハ面内を均一にし、 $1\mu\text{m}$ 以下の膜厚でも正確にコントロールすることができる噴流めっき装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明に係る噴流めっき装置は、カップ槽を有し、噴流するめっき液にて半導体基板をめっきする噴流めっき装置であって、前記カップ槽は、めっき槽からのめっき液を噴流させるものであって、半導体基板の中央部と外周部とで異なるめっき液の流れを形成するものである。

【0014】また前記カップ槽は、内外2重構造となっており、内側のカップ槽は、中央部にノズルを有し、前記内側のカップ槽は、半導体基板の中央部に向けためっき液の流れを形成するものであり、前記ノズルは、半導体基板の中央部に接触して噴流するめっき液を回収するものであり、前記外側のカップ槽は、半導体基板の外周部に向けためっき液の流れを形成するものであり、半導体基板の外周部に接触して噴流するめっき液は、前記外側のカップ槽の開口縁からオーバーフローさせて回収するものである。

【0015】また前記内側カップ槽内のノズルは、前記内側カップ槽のめっき液面の高さより低い位置に開口したものである。

【0016】また前記内外のカップ槽間に形成されためっき液の流路は、めっき液を層流に整流する噴流口を有するものである。

【0017】また前記噴流口は、楕円形状の流入口として形成されたものである。

【0018】また前記噴流口は、少なくとも3個以上に分割して楕円形状に形成された流入口として構成されたものである。

【0019】また亜硫酸ナトリウムを主成分としたノンシアン系の金のイオンを有するめっき液を使用して、めっきを行うものである。

【0020】

【作用】本発明に係る噴流めっき装置は、カップ槽を内外2重構造にし、内外2重のカップ槽にてめっき液を半導体基板の中央部と外周部とに分けて噴流させている。このため、半導体基板の外周側と中央部に向けためっき液の流速を別々にコントロールしながらめっきを行ない、ウェハ面内のめっき膜厚を均一化することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0022】図1において、本発明の実施形態において、めっき液9をノンシアン系とし、めっき液温度を $40\sim 60^{\circ}\text{C}$ の温度範囲に設定してめっきを行なうようになっている。

【0023】さらに、本発明の実施形態におけるカップ槽は、外周側のカップ槽5Aと、カップ槽5Aの中心部に配置した内側のカップ槽5Bとの内外2重構造となっており、内外のカップ槽5A及び5B間を通して半導体基板（以下、ウェハという）1の外周部1aに向けため

つき液の流れを形成し、かつ内側のカップ槽5B内を通してウェハ1の中央部1bに向けためっき液の流れを前記めっき液の流れとは独立して形成するようにしたものである。

【0024】次に、本発明の実施の形態の動作について図1～図3を参照して詳細に説明する。

【0025】図1において、めっき槽7内で42℃まで加温されためっき液9は、インバータ制御（設定流量に合わせて、ポンプの入力電圧の周波数を変える）した2個のポンプ10A、10Bでフィルタ11A、11B、流量計12A、12Bを通して、カップ槽5A、5Bの噴流口13に供給される。

【0026】図2及び図3に示すように、ポンプ10Aで供給されためっき液は、内外のカップ槽5A、5B間を通してカップ槽5Aに噴流し、ポンプ10Bで供給されためっき液は、カップ槽5Bに噴流し、内外のカップ槽5A及び5B間を通してウェハ1の外周部1aに向けためっき液の流れが形成され、かつ内側のカップ槽5B内を通してウェハ1の中央部1bに向けためっき液の流れを前記めっき液の流れとは独立して形成される。

【0027】噴流しためっき液は、アノード電極3を通り、ウェハ1の被めっき面に接触し、カップ槽5A内のめっき液は、カップ槽5Aの開口縁から外側にオーバーフローし、回収槽5Cを通してめっき槽7内に回収される。一方、カップ槽5B内のめっき液は、カップ槽5Bの外側に漏出することなく、カップ槽5Bの中央部に設置したノズル6を通してめっき槽7内に回収する。

【0028】以上のように、ウェハ1の中央部1bと外周部1aとに分けてめっき液の流れを形成した状態を維持し、めっき用電源4によりアノード電極3及びカソード電極2との間に電圧を印加し、ウェハ1の被めっき面に電解めっきを行う。

【0029】本発明によれば、カップ槽を内外2重構造とし、半導体基板の中央部と外周部とにめっき液を別々に噴流させているため、これらのめっき液の流速を別々にコントロールしながらめっきをすることができ、1μm以下のサブミクロンオーダーの膜厚でも均一なめっき膜厚を得ることができる。

【0030】（実施例1）次に、本発明の実施形態に係る噴流めっき装置の具体例を実施例1として説明する。図1は、本発明の実施例1に係る噴流めっき装置を示す構成図、図2は、カップ槽の噴流口を示す断面図である。

【0031】図1に示すように、本発明の実施例1に係るめっき装置は、カップ槽5A及び5B内に水平に設けられた格子状のアノード電極3と、カップ槽5Aの開口縁に設けられたウェハ保持ピン16上にウェハ1の被めっき面を下方にして保持し、チャック17を有するカソード電極2をウェハ1の裏面に近接させて真空吸着させ、めっき用電源4によりアノード電極3とカソード電

極2との間に電圧を印加し、ウェハ1の被めっき面に電解めっきを行なうめっき装置を対象とするものである。

【0032】本発明の実施例1において、カップ槽は、内外2重構造としたカップ槽5A、5Bとからなっており、内側のカップ槽5Bは、中央部にノズル6を鉛直に配置して有している。そして、内側のカップ槽5Bは、ウェハ1の中央部1bに向けためっき液の流れを形成するようになっており、ノズル6は、カップ槽5Aの開口縁の高さ位置より若干低い位置に開口し、ウェハ1の中央部1bに接触して噴流するめっき液を回収するようになっている。また、外側のカップ槽5Aは、ウェハ1の外周部1aに向けためっき液の流れを形成するようになっており、ウェハ1の外周部1aに接触して噴流するめっき液は、外側のカップ槽5Aの開口縁からオーバーフローさせて回収槽5Cを通してめっき槽7内に回収ようになっている。

【0033】また図1及び図2に示すように、内外2重構造のカップ槽5A、5Bは、下部に噴流口13を有しており、それぞれの噴流口13は、流量計12A、12B、フィルタ11A、11B、ポンプ10A、10Bを介してめっき槽7に接続されている。めっき槽7内のめっき液9は、ヒータ8、温調抵抗体19及び温調計18を使って温調されている。さらに、内外のカップ槽5A、5Bは、噴流口側から上方に向けて漏斗状に拡径され、その上部が同径の胴部となった筒状を構成している。内側のカップ槽5Bの噴流口13は図2に示すように、円形状の流入口28aとして形成され、その中央部にノズル6が設置されている。一方、外側のカップ槽5Bの噴流口13は図2に示すように、内側のカップ槽5Aと外側のカップ槽5Bとの間に位置し、複数の楕円形状の流入口28bとして形成されている。

【0034】図に示すように外側のカップ槽5Bの噴流口13は、複数の楕円形状の流入口28bであるため、カップ槽5Bの噴流口を流れるめっき液の流速が分散し、層流となってウェハ1の被めっき面に均一に接触しオーバーフローする。また内側のカップ槽5Aの噴流口13から噴流するめっき液は、ノズル6により流入口28aの面積が縮小されているため、速い流速でウェハ1に向かって流れるが、カップ槽5Aの開口縁によって外側にオーバーフローすることが規制され、ノズル6の開口縁に流れ込んで回収されるため、外側のめっきに影響を与えない。このため、ウェハ1の外周部1aと中央部1bとに向かうめっき液の流速を別々にコントロールしながらめっきを行ない、ウェハ面内のめっき膜厚を均一化することが可能となる。

【0035】なお、カップ槽5A、5Bはプラスチック材で形成される。その材料としては現状のカップ槽と同じポリプロピレン（PP）または塩化ビニル（PVC）、四フッ化エチレン樹脂（PTFE）及びポリフッ化ビニリデン（PVDF）のようなめっき液の主成分で

ある亜硫酸ナトリウムに浸食されず、42℃で使用できるプラスチック材が望ましい。

【0036】また、めっき槽7は、カップ槽5Aより回収槽5Cを通してオーバーフローしためっき液9とノズル6に回収されためっき液9を戻し、液温調整されためっき液9を再び、カップ槽に供給するものであり、温調計18とヒータ8を有し、温調計18は、めっき槽7内のめっき液9の液温を温測抵抗体19により測定し、制御信号をヒータ8に出力する。ヒータ8は温調計18からの制御信号を入力し、めっき液9を加熱して適温に合わせる。温調されためっき液9はインバータ制御の循環ポンプ10A、Bによりカップ槽5A、B内へ送られる。カップ槽からオーバーフロー又はノズル6にて回収されためっき液9はめっき槽7へ戻る。

【0037】また、めっき液が循環する配管に設置された流量計12A及び12Bは、めっき液の噴流流量をモニタし、制御信号を循環ポンプ10A及び10Bのインバータ回路に出力し、噴流流量を制御している。また、配管に設置されたカートリッジ型のフィルタ11A及び11Bは、めっき液中のダスト等がウェハのめっき皮膜に付着しないように、0.5 μ m程度の孔径を使用して精密に濾過するよう構成されている。

【0038】図1に示す実施例1において、めっき槽7内で42℃まで加温されためっき液9は、インバータ制御（設定流量に合わせて、ポンプの入力電圧の周波数を変える）した2個のポンプ10A、10Bでフィルタ11A、11B、流量計12A、12Bを通して、カップ槽5A、5Bの噴流口13に供給される。

【0039】図2及び図3に示すように、ポンプ10Aで供給されためっき液は、外側のカップ槽5Bの流入口28bを通してカップ槽5Bに噴流し、ポンプ10Bで供給されためっき液は、流入口28aを通してカップ槽5Aに噴流し、内外のカップ槽5A及び5B間を通してウェハ1の外周部1aに向けためっき液の流れが形成され、かつ内側のカップ槽5B内を通してウェハ1の中央部1bに向けためっき液の流れを前記めっき液の流れとは独立して形成される。

【0040】噴流しためっき液は、アノード電極3を通り、ウェハ1の被めっき面に接触し、オーバーフローして回収槽5Cを通してめっき槽7内に回収される。一方、カップ槽5B内のめっき液は、カップ槽5Bの外側に漏出することなく、カップ槽5Bの中央部に設置したノズル6を通してめっき槽7内に回収される。なお、めっき液9は、亜酸ナトリウムを主成分としたノンシアン系の金のイオンを有するめっき液を使用する。

【0041】以上のように本発明の実施例1によれば、カップ槽を内外2重構造とし、めっき液を内外のカップ槽5A、5B間を通してカップ槽5Aに噴流するとともに、カップ槽5Bに噴流し、内外のカップ槽5A及び5B間を通してウェハ1の外周部1aに向けためっき液の

流れを形成され、かつ内側のカップ槽5B内を通してウェハ1の中央部1bに向けためっき液の流れを前記めっき液の流れとは独立して形成することにより、それぞれのめっき液の流速を別々にコントロールしながらめっきをすることができ、これにより、図5に示すように1 μ m以下のサブミクロンオーダの膜厚でも均一なめっき膜厚を得ることができる。具体的にはバラツキ3 σ /xで $\pm 10\%$ 以下に押さえることができる。

【0042】さらに、最適な流速分布を得るための条件出しが簡単であり、これにより、ウェハサイズが変わる等の条件の変更にも即座に対応することができる。

【0043】その理由は、最適な流速分布を得られる構造になっており、2個のポンプの噴流量を制御するだけで条件出しができるからである。すなわち、図8の従来例のように、制御板をX方向、Y方向に任意に動かして、最適流量を得る方法や、図9のように、いくつかの整流器を準備して条件出しをするような、手間がかからないためである。

【0044】なお、実施例1で述べた噴流口13は、図示した構造のものに限らず、外側の流入口28bの数を3個〜複数個まで増やすことも可能であり、又、アノード電極3及びカソード電極2間に電圧を印加するめっき用電源4は、直流のみならずパルス電流の定電流パルス及び逆電流パルスを通電することができる電源を用いることも可能である。また、カップ槽の材質は、ポリプロピレンに限らず、塩化ビニル（PVC）、四フッ化エチレン樹脂（PTFE）及びポリフッ化ビニリデン（PVDF）のようなめっき液の主成分である亜硫酸ナトリウムに浸食されないプラスチック材を適用することも可能である。

【0045】また、図3に示すように、内側のカップ槽5Bの上部開口縁5B1を内側に縮径してめっき液が外側のカップ槽5A側に漏出するのをさらに防止するようにしてもよい。

【0046】（実施例2）次に、本発明の実施例2について図面を参照して詳細に説明する。図4は、本発明の実施例2を示す図である。

【0047】図4に示す実施例2では、カップ槽5A及び5Bの上部に設けられたウェハ保持ピン16の変わりにカソード電極ピン2'を少なくとも3個以上有し、ウェハ1の被めっき面を下にして導通させ、めっき用電源4によりアノード電極3及びカソード電極ピン2'間に電圧を印加し、ウェハの被めっき面に電解めっきを行うように構成したものである。

【0048】実施例2に示すカソード電極ピン2'は、図示の構造に限らず、カソード電極ピンでウェハの側面から押さえつけて導通させたり、ピンを使わず、通電可能なクリップ等で挟む構成とすることも可能である。

【0049】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、カ

ップ槽を内外2重構造とし、半導体基板の中央部と外周部とにめっき液を別々に噴流させているため、これらのめっき液の流速を別々にコントロールしながらめっきをすることができ、 $1\mu\text{m}$ 以下のサブミクロンオーダの膜厚でも均一なめっき膜厚を得ることができる。

【0050】さらに、最適な流速分布を得るための条件出しが簡単であり、これにより、ウェハサイズが変わる等の条件の変更にも即座に対応することができる。

【0051】その理由は、最適な流速分布を得られる構造になっており、2個のポンプの噴流量を制御するだけで条件出しができるからである。すなわち、図8の従来例のように、制御板をX方向、Y方向に任意に動かして、最適流量を得る方法や、図9のように、いくつかの整流器を準備して条件出しをするような、手間がかからないためである。

【0052】さらに、複雑な回路や流速を制御する為の部品点数をあまり増やす必要がなく、これにより、保守やカップ槽の洗浄及び交換が簡単にできる。

【0053】その理由は、流速を制御するための回路を増やすことなく、ポンプを1個追加しているだけであり、又、カップ槽が一体化しているため、交換が楽に行えるからである。すなわち、図8の従来例のように、カップ槽を交換するために、制御板を外したり、定期的に制御板を駆動する軸のOリングの交換をする等、又、図9の従来例のように、設置が難しい整流器を取り外す必要がないためである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係る噴流めっき装置を示す構成図である。

【図2】噴流口を示す断面図である。

【図3】別の内外2重構造のカップ槽を示す構成図である。

【図4】本発明の実施例2を示す構成図である。

【図5】本発明の実施例により得られるめっき膜厚の分布を示す図である。

【図6】従来の噴流めっき装置のめっき液の流れを示す図である。

【図7】従来例により得られるめっき膜厚の分布を示す図である。

【図8】従来例を示す図である。

【図9】別の従来例を示す図である。

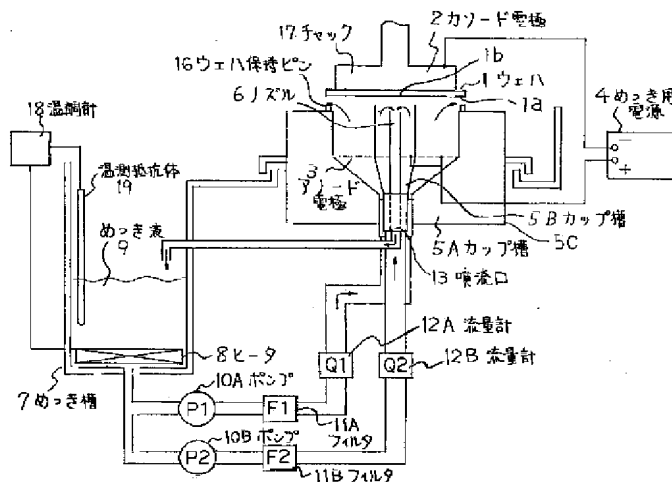
【図10】別の従来例を示す図である。

【図11】一般的な噴流めっき装置を示す構成図である。

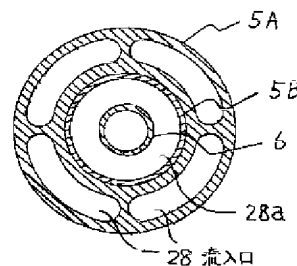
【符号の説明】

- 1 ウェハ
- 2 カソード電極
- 2' カソード電極ピン
- 3 アノード電極
- 4 めっき用電源
- 5A, 5B カップ槽
- 6 ノズル
- 7 めっき槽
- 8 ヒータ
- 9 めっき液
- 10A, 10B ポンプ
- 11A, 11B フィルタ
- 12A, 12B 流量計
- 13 噴流口
- 16 ウェハ保持ピン
- 17 チャック
- 18 温度計
- 19 温度抵抗体

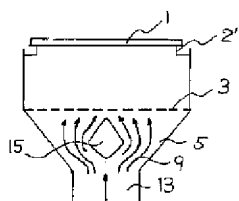
【図1】



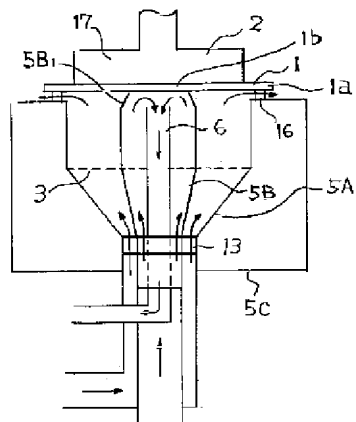
【図2】



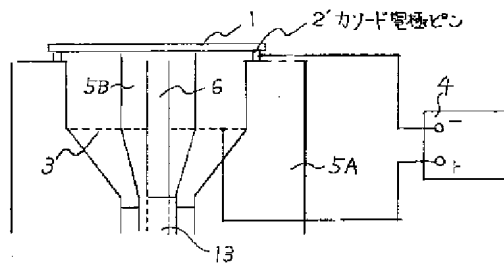
【図9】



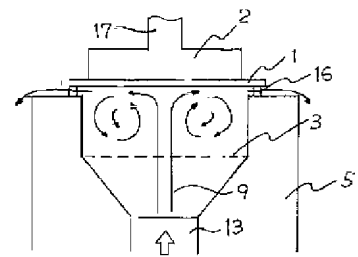
【図3】



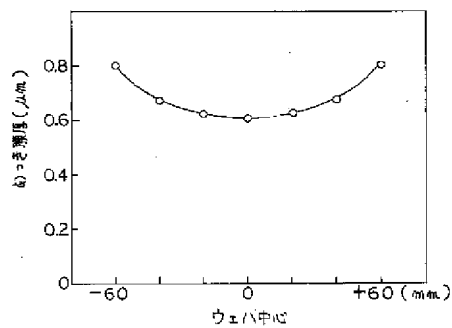
【図4】



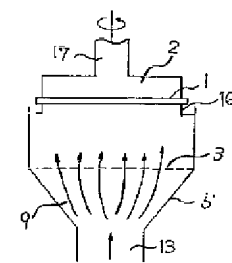
【図6】



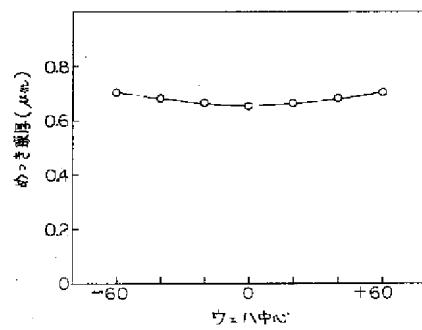
【図7】



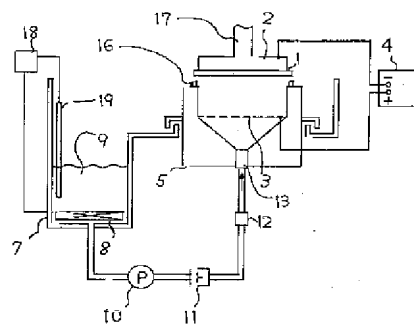
【図10】



【図5】



【図11】



【図8】

